

Химия для начинающих

Херевард Кэррингтон

LITTLE BLUE BOOK NO. 679
Edited by E. Haldeman-Julius

Chemistry For Beginners

Hereward Carrington, Ph.D.

Электронная книга проекта Гутенберга по химии для начинающих

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Химия для начинающих

Автор: Херевард Кэррингтон

Редактор: Э. Холдеман-Джулиус

Дата выхода: 25 января 2025 [Электронная книга №75203]

Язык: Английский

Оригинальная публикация: США: компания Холдемана-Джулиуса, 1924

Кредиты: Тим Миллер и команда онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** ЗАПУСК ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА" ХИМИЯ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ " ***

МАЛЕНЬКАЯ СИНЯЯ КНИЖЕЧКА № 679

Под редакцией Э. Холдемана-Джулиуса

Химия Для Начинающих

Херевард Кэррингтон, доктор философии

Автор следующих Маленьких синих книжечек: № 491 “Психология для начинающих”; № 419 “Жизнь: ее происхождение и природа”; № 524 “Смерть и ее проблемы”; № 493 “Новые открытия в науке”; № 445-446 “Психические исследования” (2 тома) и т.д. и т.п.

КОМПАНИЯ ХОЛДЕМАНА-ДЖУЛИУСА
ДЖИРАРД, КАНЗАС

Авторское право, 1924

Компания Холдемана-Джулиуса

НАПЕЧАТАНО В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

ХИМИЯ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Содержание

Часть I

Страница

Вводная	6
Алхимия	7
Современная химия	8
Средневековая химия	10
Джон Далтон	13
Атомная теория	14
Элементы	15
Атомные веса	16
Валентность	17
Периодический закон	18
Более ранние открытия	20
Анализ и синтез	21
Формулы и уравнения	22
Органические против Неорганическая химия	23
Органические соединения	25
Катализ	26
Ферменты	27
Гормоны	27
Химия Земли	28
Спектроскоп	29
Астрофизика и химия	31
Спектральный анализ	31
Промышленная химия	33
Инструменты исследования	36
Соленость океанов	37
Новейшая химия	38
Радиоактивность	39
Внутриатомная энергия	39
Электрическая теория материи	40
Внутри Атома	42
Электроны	43
Природа материи	44

Часть II

Элементы	46
Радиоактивность	49
Происхождение жизни	51
Сотворение жизни	52
Эфир	53
Химия и метафизика	55

ХИМИЯ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

ЧАСТЬ I

Древние греки, когда они смотрели вокруг себя на мир, в котором они жили, пришли к определенному выводу, что все находится в постоянном движении, или изменении. Предметы живые и неодушевленные постепенно распадались и имели тенденцию либо исчезать (по-видимому), либо превращаться в другие формы материи. Обладая истинным эстетическим чувством, они считали необходимым, чтобы в мире существовала какая-то *одна* постоянная вещь, лежащая в основе всех изменений, которые, как они видели, происходили вокруг них, и многие из их ранних размышлений были посвящены природе и устройству этой единственной “постоянной вещи”. Фалес из Милета, который процветал около 585 года до нашей эры и который, возможно, был первым великим философом и физиком, утверждал, что основным принципом вещей — субстанцией, или материалом, всех вещей, — должна быть *вода*. Он придерживался точки зрения, что в результате конденсации и разрежения воды возникает все сущее, и он фактически попытался дать эволюционный отчет о происхождении Человека, растений и животных, взяв эту идею за основу своей мысли.

Анаксимен сказал, что *воздух*, или *эфир*, должен быть субстанцией вещей. Гераклит считал *огонь* самым первичным элементом во вселенной, из которого возникает все остальное. Анаксимандр сказал, что “неограниченное” - своего рода безграничная, одушевленная масса — является конечной субстанцией. Платон, как мы знаем, утверждал, что постоянная реальность вещей вообще не является чем-либо материальным, а представляет собой разум, или *дух*. Эмпедокл (495-435 до н.э.) выдвинул теорию о том, что существуют четыре стихии — Земля, Воздух, Огонь и Вода. Анаксагор утверждал, что ничто не меняется само по себе, но что это вызвано или заставлено изменяться, и что *то*, что производит эти изменения, является постоянной реальностью. Он полагал, что это своего рода разум или универсальный разум (*Nous*), но он рассматривал этот разум как строго безличный, а также нематериальный, и не пытался ответить на трудность относительно того, как разум может влиять на материю каким-либо детальным образом.

Вполне естественно, что до открытия законов неуничтожимости материи и энергии это ощущение “изменения” должно было очень сильно поразить этих ранних мыслителей, поскольку у них не было средств убедиться в том, что, когда материя исчезает из поля нашего

зрения, она на самом деле не разрушается. Теперь мы знаем, что, когда мы зажигаем свечу, свеча исчезает, но элементы, составляющие свечу, просто превращаются в невидимые газообразные соединения, которые больше не видны человеческому глазу. Не имея тонких инструментов точности, древние не могли знать этого; для них материя свечи исчезла бы. Следовательно, было вполне естественно, что они искали окончательную реальность, стоящую за этими изменениями, и размышляли о ее происхождении и природе.

АЛХИМИЯ

Современная наука химия является относительно новой. Она постепенно возникла из алхимии, которая практически составляла химию средневековья. Цели алхимии были различными: (1) превращение неблагородных металлов в золото с помощью так называемого “Философского камня”; (2) фиксация Ртути; (3) открытие эликсира Жизни и т.д. Это были чисто химические аспекты алхимии, но теперь мы знаем, что алхимики имели в виду гораздо больше, чем это, в своей экспериментальной работе, и что они намекали на их истинное значение во многих своих завуалированных трудах. Многие из высших типов алхимиков также были мистиками, и когда они писали химическими символами, они действительно скрывали их внутреннее значение; они относились, в значительной степени, к внутреннему духу человека и методам, с помощью которых он мог быть изменен или преобразован в некое высшее духовное существо. (См. “Алхимия древняя и современная” Х. Стэнли Редгроува; “Алхимия, ее масштабы и романтика” преподобного Дж. Э. Мерсера и др.) Мистер Фостер Деймон недавно опубликовал серию статей, в которых он привел массу доказательств, стремящихся доказать, что алхимики также глубоко изучали психические явления, и что их эксперименты с “Первой материей” на самом деле были экспериментами по так называемой “Материализации”! Он опубликовал свои выводы в серии статей в “Оккультном обозрении”.

СОВРЕМЕННАЯ ХИМИЯ

Можно сказать, что современная химия начинается с Роберта Бойля (1626-1691). Он определил элемент как вещество, которое не поддается разложению, но которое может вступать в соединение с другими элементами, образуя соединения, способные к разложению на эти исходные элементы. Число элементов, которые, как считалось, существовали, сильно различалось— одни утверждали, что их было совсем немного, другие - что их было множество. Следует помнить, что все это было до времен Дальтона и что атомная теория еще не была выдвинута в качестве научной гипотезы со времен древних греков, когда Демокрит и Эпикур защищали эту точку зрения. Таким образом, развитие науки в то время было направлено в сторону материализма тех старых авторов и атомных теорий, которые они тогда предложили.

Химия - это та отрасль науки, которая исследует природу и свойства материи во всех ее формах. Это, пожалуй, самая материалистическая из всех наук, поскольку она имеет дело по существу с материей. Физика имеет дело с силами или энергиями, или с энергиями, проявляемыми материей и посредством нее, но эти две вещи более или менее взаимосвязаны — особенно в последние годы, как мы увидим. Химия, по сути, является *экспериментальной* наукой, и практически все, что было о ней известно, было приобретено посредством лабораторных

экспериментов. Но здесь, как и везде, теории сплели воедино массу отдельных фактов и составили из них последовательную и философскую науку.

Существует два основных раздела химии — неорганическая и органическая; то есть химия "мертвой" материи и химия "живых", или органических веществ. Химические эксперименты могут проводиться с целью *анализа* — обнаружения составляющих данного вещества; *синтеза*, при котором составное вещество "создается" из нескольких более простых; или чисто *экспериментального*, при котором проводятся определенные тесты и отмечаются результаты или реакции.

СРЕДНЕВЕКОВАЯ ХИМИЯ

Как уже говорилось, Химия является более или менее прямым потомком алхимии; но прежде чем был достигнут современный научный период химических исследований, прежде всего были пройдены две переходные стадии. Это был (1) так называемый "ятрохимический" период — период медицинского мистицизма; и (2) "флогистический" период. Потребуется несколько слов, чтобы объяснить каждый из этих терминов и период химического развития, который они охватывали.

Как можно заключить из названия, ятрохимический период был периодом, когда предпринимались попытки объединить химию и медицину и заставить первую служить второй. Были испробованы всевозможные странные смеси, и предпринимались попытки объяснить на химических принципах все изменения и реакции, происходящие в организме, — попытка, которая для химии того времени была неизбежно тщетной. Однако в результате экспериментов было достигнуто много важных результатов, и химическая наука в целом обогатилась, даже несмотря на то, что работники того времени были вдохновлены совершенно ошибочными взглядами.

Флогистический период получил свое название от гипотетического вещества, получившего название "флогистон". Предполагалось, что это невидимый принцип или сущность, составляющая основу Огня и соответствующая "чистому огню" Зороастра. Теория флогистона была предложена и отстаивалась Шталем, и он определил ее следующим образом:

"Флогистон есть ... очень тонкая материя, способная проникать сквозь самые плотные вещества; она не горит, не светится и не видна; она возбуждается огненным движением и способна передавать свое движение материальным частицам, способным его воспринимать. Частицы, охваченные этим быстрым движением, образуют видимый огонь..."

Эта концепция доминировала во всем научном мире в течение многих лет. Однако экспериментальная работа, проведенная Шееле и Пристли, в конечном итоге позволила Лавуазье открыть истинную природу "огня" — горения. В знаменитых "Мемуарах", опубликованных в 1783 году и озаглавленных "Размышления о флогистоне", он показал, что все наблюдаемые явления могут быть объяснены без присутствия какого-либо гипотетического флогистона; фактически, как он сам говорит, они "могут быть лучше объяснены без флогистона, чем с его помощью". Его открытие кислорода в атмосфере стало фундаментально важным шагом в современной химической науке. До сих пор считалось, что воздух представляет собой единый газ или смесь различных газов; но кислород был неизвестен как его наиболее важный

компонент. Открытие Лавуазье окончательно опровергло идею о флогистоне и положило начало новой эре научной химии.

Может показаться, что этой теории флогистона было уделено неуместное место; но любой, читающий историю химии, поймет, до какой степени эта идея полностью владела умами людей в то время и как все химические исследования были извращены. Открытие истинной природы горения стало одним из фундаментальных поворотных моментов в истории научной мысли.

Материальный мир, в котором мы живем, совершенно очевидно, состоит из множества веществ. По крайней мере, некоторые из них вскоре были замечены существующими по крайней мере в трех различных состояниях — твердом, жидком и газообразном. Казалось, они радикально отличаются друг от друга; лед, вода и пар настолько различны, насколько можно себе представить; и все же, каким-то образом, в конце концов, это было одно и то же; ибо лед тает и становится водой, а вода при нагревании превращается в пар. Напротив, пар охлаждается и снова становится водой, а когда он достаточно остынет, снова образует лед. Следовательно, должна быть какая-то фундаментальная вещь, из которой состоит вода. Что это за вещь? Сколько таких вещей существует в мире? Их безграничное количество или всего несколько? Если определенное, ограниченное количество, то сколько? И как их обнаружить? Это были вопросы, которые, естественно, занимали умы людей на протяжении веков. Однако ответа не было найдено, и Джону Далтону оставалось открыть и сформулировать Закон, который позволил людям получить первое представление о природе конечного строения материи.

ДЖОН ДАЛТОН

Джон Далтон (1766-1844) родился в Иглсфилде, в Камберленде (Англия), и был сыном бедного ткача. Наделенный природными способностями и неукротимой волей, он использовал все возможные возможности для изучения математики и естественной философии. Он преподавал в школе, посвящая все свободное время своим любимым научным исследованиям. Фактически, он зарабатывал на жизнь частным преподавателем до конца своей жизни, так и не имея достаточно денег, чтобы продолжать свои исследования, не обремененный материальными соображениями.

Конечно, было хорошо известно, что простые *смеси* совершенно отличаются от химических *соединений*. Мы можем смешать песок и сахар вместе, но они останутся песком и сахаром и могут быть снова разделены, не претерпев никаких изменений. Или же мы можем смешать вместе две жидкости или два газа, и они также могут быть снова разделены подходящими средствами. Но когда два вещества химически соединяются одно с другим, тогда мы имеем нечто третье, которое полностью отличается от двух первоначальных и обладает свойствами, отличными ни от того, ни от другого. Итак, что происходит, когда вещества соединяются таким образом? Каковы законы таких сочетаний? И каковы основные составляющие материи, которые делают эти комбинации возможными? Дальтон был первым, кто предпринял объяснение этих явлений, подкрепленное экспериментальными данными. Историческое значение этого трудно переоценить. Как говорит доктор Рафаэль Мелдола в своей “Химии”:

“Доктрина эквивалентности, даже в ее наиболее гибкой форме, по-прежнему является не более чем количественным выражением фактов химического состава. Конечно, должен быть какой-то основополагающий принцип - какое-то объяснение этой простоты множественности. Такое объяснение было впервые определенно сформулировано в 1807-08 годах Джоном Далтоном, который не только открыл закон множественных пропорций, но и предложил теорию, внедрение которой знаменует одну из величайших эпох в истории химии. Причина, по которой сочетание происходит в определенных весовых пропорциях и почему, когда один и тот же элемент имеет более одного эквивалента, сохраняется принцип целых кратностей, согласно объяснению Дальтона, заключается в том, что сочетание происходит между элементарными частицами, из которых состоит элементарная материя. Это понятие прерывности или дискретности материи. “Частицы”, из которых состоит материя, независимо от ее агрегатного состояния, являются, с точки зрения Дальтона, предельными в смысле неделимости. По этой причине он назвал их *атомами*.”

АТОМНАЯ ТЕОРИЯ

Итак, вот, наконец, и Атомная теория — теория, согласно которой вся материя, на всех ее стадиях, состоит из чрезвычайно мелких частиц, которые на самом деле настолько малы, что их уже невозможно разделить. Они являются основой материи — “строительными камнями Вселенной”, — из которых состоит все, живое и неодушевленное.

Считалось, что эти атомы имеют сферическую форму, определенный вес и фигуру, в зависимости от рассматриваемого элемента или вещества. Таким образом: “каждая частица воды подобна любой другой частице воды, каждая частица водорода подобна любой другой частице водорода и т.д.” Эти первичные частицы — атомы — считались неразрушимыми. Все эти атомы имели свой собственный вес, который можно было обозначить числом. Отсюда и “атомный вес”.

Затем эти атомы соединяются, образуя молекулы или соединения атомов; и молекулы составляют материю такой, какой мы ее видим и знаем.

Далее, большая часть материи в мире состоит из множества элементарных веществ, количество которых ограничено. Когда анализируются или расщепляются более сложные тела, эти элементарные вещества всегда обнаруживаются. Количество таковых во времена Дальтона было неизвестно, но они уже давно были известны как *элементы*. Элементы, конечно, состояли из своих собственных атомов, в то время как все остальные вещества состояли из комбинаций элементов.

СТИХИИ

Взгляды Дальтона положили начало новой эре в химии. Сразу же были предприняты длительные исследования с целью определения точных атомных весов — исследования, которые продолжаются даже сегодня. Точный размер, форма, текстура и т.д. атома были предметом бесконечных исследований. Природа химических соединений (то, как два элемента соединяются друг с другом) завроженно изучала химиков в течение ста лет, и только в течение

последних нескольких лет было найдено определенное решение, и это стало возможным только благодаря новым взглядам на материю, полностью отличным от тех, которые поддерживались в течение прошлого столетия.

За сто лет, прошедших со времен Дальтона, был открыт ряд новых элементов, и есть основания предполагать, что некоторые из них еще предстоит открыть. Однако в настоящее время считается, что существует 92 первичных элемента, из которых водород имеет самый низкий атомный вес, а Уран - самый высокий. Типичными элементами являются: кислород, железо, фтор, серебро, натрий, сера, золото, цинк, медь и т.д. Полный список можно найти в любом стандартном разделе химии.

АТОМНЫЕ МАССЫ

Когда была предпринята работа по определению точных атомных весов этих различных элементов, вскоре было обнаружено, что они не могут быть выражены в *точных* целых числах. Почти всегда обнаруживалось, что существуют дроби или десятичные числа. Таким образом, атомный вес водорода составлял не точно 1, а 1,008; меди - 63,57 и т.д. Долгое время считалось, что эти вариации были вызваны ошибками эксперимента, и были предприняты новые попытки прийти к более точным выводам, в которых отсутствовали эти, по-видимому, раздражающие доли. Но самая кропотливая экспериментальная работа только подтвердила эти результаты, а еще более поздние исследования показали нам, *почему* это так. Однако в настоящее время углубляться в этот вопрос увело бы нас слишком далеко.

Для краткости различным элементам были присвоены символы; некоторые из них представляли собой первые буквы названия элемента; некоторые были первыми буквами латинского слова, обозначающего этот элемент. Таким образом, Co = кобальт, S = сера, Ne = неон, Bi = висмут. С другой стороны, Fe = железо (лат. ferrum) и т.д. Это значительно сократило химический язык и в то же время упростило химические формулы и уравнения.

ВАЛЕНТНОСТЬ

Теперь мы должны объяснить один или два термина, которые чрезвычайно важны для понимания того, что последует дальше. Первый из них - это *валентность*. Мы знаем, что химические соединения происходят в фиксированных весовых пропорциях; это известно как "Постоянство состава". Всегда отмечается эквивалентность. Эта доктрина эквивалентности является всего лишь числовым выражением определенности химического изменения. Расчеты производятся с точки зрения объединения с единицей веса водорода (Единичного элемента). Таким образом, в химических соединениях доктрина эквивалентности гласит, что эти атомные веса представляют количества различных элементарных веществ, которые имеют одинаковую химическую ценность, измеряемую их способностью вытеснять одинаковый вес водорода.

Таким образом, выявляется новое свойство атома, а именно его ценность, измеряемая количеством атомов, с которыми он может соединяться. Это свойство соответствующим образом описывается как "Валентность" атома. Если атомный вес содержит эквивалент один раз, то есть если эквивалент и атомный вес идентичны, этот атом может соединиться только с

одним атомом водорода или хлора, брома и т.д. Формулы соединений, HCl , HBr и т.д., отражают этот факт. Если эквивалент содержится в два раза больше по атомному весу, то этот атом, очевидно, может соединяться с двумя атомами водорода, хлора и т.д.; если он содержится в три раза больше по атомному весу, способность атома к объединению или валентность равна трем; и так далее.

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН

Работа, проделанная над атомными весами, сделала возможным одно из самых блестящих обобщений современности в этой области. Это был *периодический закон*. В 1864 году Ньюлендс опубликовал таблицу, содержащую различные элементы, расположенные в порядке их атомного веса. В боковой колонке были указаны различия между этими весами, каждый из которых вычитался из следующего выше по шкале. В следующем году Ньюлендс объявил о своем “законе октав”, который он вывел из своего расположения элементов. В частности, он сказал, что: “Если элементы расположены в порядке их эквивалентов, с несколькими небольшими перемещениями ... можно заметить, что элементы, принадлежащие к одной и той же группе, обычно появляются на одной горизонтальной линии.... Также будет видно, что количество аналогичных элементов обычно отличается либо на семь, либо на некоторое кратное семи; другими словами, члены одной и той же группы находятся друг к другу в таком же отношении, как конечные точки одной или нескольких октав в музыке”.

Эта новаторская работа Ньюлендса сделала возможным Периодический закон, окончательно сформулированный и детально проработанный Менделеевым. Вкратце, Закон гласит, что “свойства элемента являются периодической функцией его атомного веса”.

Это просто другой способ сказать, что если вы знаете атомный вес элемента, вы также знаете его свойства, поскольку они постоянны. Менделеев распределил элементы по различным “группам” в соответствии с их атомными весами, и было обнаружено, что свойства элементов периодически меняются по мере увеличения веса атомов. В таблице Менделеева были определенные пустые места, ожидающие появления новых элементов, которые должны были бы вписаться в эти пустые места, если бы были обнаружены. В то время они еще не были открыты; но некоторые из них были открыты с тех пор, и примечательным фактом является то, что они неизменно вписываются в его таблицу, демонстрируя все свойства, которые они должны были теоретически проявлять и которые могли быть предсказаны много лет назад. Это одно из самых надежных подтверждений точности общего закона Менделеева и одно из лучших обобщений, когда-либо сделанных в науке.

Вывод, который мы можем сделать из этого Закона, состоит в том, что между химическими элементами существует определенная *взаимосвязь*. Как и почему существовала эта взаимосвязь, в то время было неизвестно, и стало ясно только полвека спустя, когда новые открытия, касающиеся конечного строения материи, прояснили это.

БОЛЕЕ РАННИЕ ОТКРЫТИЯ

Закон Менделеева не мог бы быть сформулирован, если бы ему не предшествовал огромный объем исследовательской работы и не был открыт ряд новых элементов. Однако так оно и было. Сразу же после великой работы Лавуазье появилось множество блестящих химиков, и в результате были достигнуты быстрые и важные успехи. Кадмий был открыт Стромейером в 1817 году; литий в том же году Арфведсоном. Кремний был выделен в 1810 году Берцелиусом. В 1827 году Волер выделил алюминий; и тот же ученый также выделил бериллий в следующем году. Бром был открыт Балардом в 1826 году; йод - в 1811 году Куртуа. Теллур был открыт Мюллером фон Райхенштейном в 1782 году; Берцелиус открыл близкий к нему элемент — селен - в 1817 году. Элементы продолжали добавляться в список — и больше ничего! Был ли обнаружен каждый элемент? Некоторые были склонны так думать. Однако с открытием Радия семейством Кюри был обнаружен целый список элементов, каждый из которых был добавлен в Таблицу Периодического закона.

Тем временем делались дальнейшие открытия любопытных свойств материи. Например, было замечено, что существуют по крайней мере три различные разновидности серы: (1) бледно-желтое хрупкое твердое вещество; (2) полупрозрачные иглы; и (3) мягкая и резиноподобная сера. Все это были различные физические разновидности одного и того же вещества — и тем не менее все они представляют собой серу! Таким образом, этот элемент может принимать более одной формы, и из-за этого был применен термин “аллотропный” для обозначения разновидностей внешнего вида, которые может принимать одно и то же вещество. Хорошим примером этого являются древесный уголь, графит (или свинцовая сажа) и алмаз, в которых вряд ли можно заподозрить одно и то же вещество; и все же это так!

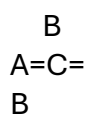
АНАЛИЗ И СИНТЕЗ

Соединения могут быть расщеплены на составляющие в процессе анализа или их можно заставить объединять одно с другим в процессе синтеза. Все ресурсы современной науки были задействованы в попытках осуществить эти различные изменения. Сильная жара, экстремальный холод, химические реагенты, огромное давление, высокий вакуум, электрические токи и искры, бомбардировка радиоактивностью и т.д. — все это использовалось в этих химических исследованиях. Были построены подходящие лаборатории, вмещающие огромные котлы, огромные холодильные машины, всевозможные электрические приспособления и т.д. Какие огромные успехи были достигнуты в этой области за прошедшее столетие — начиная с простых стеклянных реторт, колб и аппаратов столетней давности! Но это только показывает нам, каким огромным был бы наш прогресс, если бы люди научились работать сообща, в гармонии, сплоченные общими интересами, — вместо того, чтобы убивать друг друга или тратить свои драгоценные жизни и энергию на скандалы и политические интриги!

Но давайте снова вернемся к земле, к материи — предмету химии!

ФОРМУЛЫ И УРАВНЕНИЯ

Мы видели, что различные химические элементы соединяются друг с другом в определенных пропорциях. Чтобы выразить эти разнообразные реакции, были разработаны химические формулы, которые можно прочесть с первого взгляда, показывающие изменения, произошедшие в любой данной комбинации. Когда один атом одного элемента соединяется с одним атомом другого, буквы, обозначающие эти элементы, просто пишутся рядом, таким образом: HCl . Однако, когда два атома одного элемента соединяются друг с другом, под элементом и справа от него помещается маленькая цифра, таким образом: H_2O . Здесь мы с первого взгляда видим, что два атома водорода объединились с одним атомом кислорода, образовав воду. Это самый простой тип формулы, и его часто называют *эмпирической* формулой. Однако существует другой способ написания формулы, который является более выразительным, таким образом:



Это известно как *структурная* или *конститутивная* формула, и из нее мы можем сразу увидеть, что А является двухвалентным, С - четырехвалентным, а В - одновалентным. Этот тип формулы легче, чем другие, показывает нам структуру рассматриваемой молекулы. Сложность таких формул естественным образом возрастает со сложностью молекул и во многих случаях может быть чрезвычайно сложной. Однако обычные химические формулы составляются эмпирически. Любые химические изменения, происходящие в результате какой-либо реакции, выражаются таким образом.

ОРГАНИКА ПРОТИВ. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Как указывалось ранее, химия была разделена на две категории — органическую и неорганическую. В то время было заявлено, что эти подразделения представляют химию живой и неживой материи соответственно. На самом деле, это описание не совсем точное. Это был более старый взгляд на наблюдаемые факты, поскольку считалось, что некая таинственная “жизнеспособность” ответственна за особые вещества, обнаруживаемые в живых телах, но теперь химикам удалось получить в лаборатории ряд таких веществ, которые, как считалось, являются результатом только жизни; и вдобавок им удалось получить большое количество органических соединений, не обнаруженных в живом организме. В настоящее время химикам известно более 150 000 “органических” соединений, лишь небольшая часть из которых, как известно, является продуктом “жизненной силы”. Все живые существа — животные и растительные — содержат углерод как свою наиболее важную составляющую, так что современный взгляд на органическую химию заключается в том, что это, в значительной степени, химия соединений углерода. Вопрос о том, существует ли какая-либо форма “жизнеспособности” помимо изучаемой живой материи, химики обычно пропускают мимо ушей как не относящийся к их компетенции.

Однако нет сомнений в том, что человеческий организм представляет собой множество проблем, до сих пор необъяснимых современной химией. Возьмем, к примеру, чудо пищеварения. Картофелина, капуста, яблоко, цыпленок, бегающий по двору, конфета — все это съедается маленькой Мэри Джонс и каким-то образом превращается в тело маленькой Мэри Джонс, образуя волосы, зубы, глаза, легкие, печень, нервы, мозг и т.д. Пищевой материал каким-то образом преобразуется в живое тело человека, который его ест! Многое было открыто относительно бесчисленных изменений, которым подвергается пища на различных стадиях переваривания, но конечный результат — как эта пища преобразуется в ткани организма — по большей части остается загадкой. Мы знаем, например, что белки распадаются на более простые соединения, наиболее важными из которых являются аминокислоты. Жиры расщепляются на жирные кислоты и глицерин, и в организме образуются вещества, напоминающие мыло. Углеводы расщепляются на левулозу, глюкозу, мальтозу и т.д., которые усваиваются организмом человека. Но то, как именно эти вещества превращаются в ткани организма, по-прежнему остается в значительной степени проблемой.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Живая материя организма состоит из множества веществ, типичной из которых может быть протоплазма. Это очень сложный процесс, и, хотя химик может имитировать его, его живые свойства не были воспроизведены. (Смотрите Мою книгу “Жизнь: ее происхождение и природа” в настоящей серии.) Различные выделения из организма были исчерпывающе изучены химиками-физиологами. *Растения* также были тщательно изучены с аналогичной точки зрения.

Однако в результате этой работы был сделан ряд важных открытий, и почти все основные вещества животного и растительного происхождения в настоящее время доступны для искусственного синтеза из самих их элементов. Даже белковая материя, кажется, утратила большую часть своей загадочности, поскольку из работ Эмиля Фишера мы узнали, что аминокислоты могут соединяться таким же образом, как они образуются в белке. Могут быть получены соединения аминокислот, в которых проявляются все основные реакции белковых веществ. Эмиль Фишер из Берлина был тем самым химиком, который в 1886 году открыл, как получать виноградный сахар из глицерина. Значительное количество растительных алкалоидов также было искусственно получено в течение последних пяти-шести десятилетий. Наиболее важные красящие вещества растений — например, ализарин и индигодин, — больше не извлекаются из растений для технических целей, но доступны из продуктов переработки каменноугольной смолы.

КАТАЛИЗ

Теперь мы подходим к замечательному ряду химических явлений, которые были широко изучены в течение последнего столетия и которые имеют отношение как к органической, так и к неорганической химии. Более века назад было обнаружено, что определенные химические вещества, которые обычно не соединяются друг с другом, можно заставить делать это, если с ними соприкоснуться с другим веществом. Это третье вещество никоим образом не участвует в

соединении или в реакции; по-видимому, его простое присутствие вызывает это. Таким образом, кислород и водород могут быть смешаны вместе; но если ввести небольшое количество “платиновой сажи”, сразу же произойдет взрыв газов. Гидропероксид быстро расщепляется на кислород и воду при контакте с “платиновой сажей” и т.д. Эти контактные эффекты очень любопытны и долгое время привлекали внимание химиков. Берцелиус ответственен за широко используемый сейчас термин — *катализ*. Теперь мы говорим о каталитической способности, каталитических реакциях и так далее.

Эти каталитические реакции вскоре стали очень важными факторами в органической химии и биологии, а также в области неорганической химии. В 1833 году Пайен и Персоз в Париже сделали открытие, что прорастающие семена содержат особое контактное вещество, которое превращает крахмал в сахар. Это вещество они называли *диастазой*. Было отмечено, что аналогичные эффекты проявляются и в других местах, в частности, при переваривании белка в желудке человека и высших животных. Теперь мы знаем, что многие подобные реакции происходят в живых клетках, и эти открытия пролили совершенно новый свет на химические явления жизни.

ФЕРМЕНТЫ

Короче говоря, они привели к открытию так называемых *ферментов*. До относительно недавнего времени использовалось выражение “Закваска”, поскольку эти явления были сродни брожению. Растворимые ферменты называются ферментами, и в настоящее время известно, что явления, связанные с живой протоплазмой, в значительной степени обусловлены действием группы ферментов. Это каталитические вещества ограниченной области действия, коллоидной природы и очень слабо устойчивые к нагреванию. При введении в вены животных сразу же вырабатываются другие вещества, которые были названы “антиферментами”, которые нейтрализуют их действие. Солнечный свет и ультрафиолетовое излучение разрушают ферменты. Их важность в области биологии становится очевидной, когда утверждается, что исследования показали нам, что, например, количество белка, переваренного за определенное время, пропорционально не количеству самого фермента, а квадратному корню из количества фермента.

ГОРМОНЫ

Эти ферменты не следует путать с другими выделениями внутренней секреции, такими как *гормоны*. Это вещества, вырабатываемые так называемыми железами внутренней секреции, такими как щитовидная железа, гипофиз, надпочечники и т.д. Эти железы внутренней секреции выделяют вещества, которые при попадании в кровоток сильно влияют на жизнь организма, его функции, структуру и рост и, по крайней мере, в определенной степени, на психическую жизнь. Исследования в этой области возникли относительно недавно, но имеют чрезвычайное значение. Я более подробно затрагивал эту тему в моей небольшой книге “Жизнь: ее происхождение и природа” из данной серии, и заинтересованный читатель может обратиться к такой работе, как “Железы, регулирующие личность” доктора Луиса Бермана, за более подробной информацией.

Нигде во вселенной нет материи, живой или мертвой, которую современная химия не пыталась бы проанализировать. Эти тесты проводятся не только в лаборатории с мельчайшими частицами материи. Сама земля, на которой мы живем, была подвергнута химическому анализу, как и звезды, планеты и солнца, которые вращаются вокруг нас в космосе, возможно, отделенные от нас многими миллионами миль. Способность делать это, несомненно, является одним из величайших достижений человеческого разума и представляет собой одну из величайших побед над природой, временем и пространством.

ХИМИЯ ЗЕМЛИ

Вода, составляющая наши моря, озера, реки и океаны; воздух, составляющий нашу атмосферу; материалы земли, на которой мы живем — глина, камень, ил, гранит, металлы — все было проанализировано, и их химический состав точно определен. Стало даже возможным измерить плотность и вес нашей земли и рассчитать ее возраст по солености ее океанов. (Об этом позже.) Но когда дело доходит до установления с большой точностью химического состава далеких звезд, *это* кажется почти невозможным, и если не объяснить процесс, с помощью которого это достигается, в это вполне можно не поверить.

Как же тогда этого можно достичь?

Для нашего объяснения мы должны вернуться к классическому эксперименту, проведенному сэром Исааком Ньютоном. Он доказал, что белый свет, проходя через стеклянную призму, расщепляется на множество цветов. Существует семь основных цветов, составляющих видимый спектр. Это красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, индиго и фиолетовый. Теперь мы знаем, что существуют как “ультрафиолетовые”, так и “инфракрасные” лучи, невидимые глазу, выше и ниже спектра, но об этом стало известно гораздо позже. Существенным фактом является то, что свет, проходя через призму, расщепляется на свои основные цвета.

СПЕКТРОСКОП

Использованные инструменты вскоре были неизбежно усовершенствованы, и в результате появился современный “спектроскоп” — чрезвычайно тонкий прибор, способный с высокой точностью изучать эти эффекты.

Функция спектроскопа заключается в получении образца света и разделении его различных компонентов. В широком смысле все, что можно увидеть, имеет спектр — пламя, голубое небо, раскаленный металл, солнце, электрическая искра и т.д. Мы можем сразу разделить эти предметы на два класса: (1) те, которые видны, потому что они излучают свой собственный свет; (2) те, которые можно увидеть только благодаря тому, что они отражают, рассеивают или пропускают свет, падающий на них из других источников. Первые называются “спектрами излучения”, а вторые — “спектрами поглощения”.

Теперь, когда практически любой спектр будет исследован таким образом, будет видно, что определенные полосы тени или темные линии пересекают световой спектр в спектрах

поглощения, это то, что изучается. Таким образом, когда мы наблюдаем спектр солнца или многих звезд, мы обнаруживаем, что спектр может быть описан как непрерывный спектр, из которого опущен ряд узких линий. Следовательно, линии кажутся темными на ярком фоне. Они называются “линиями поглощения”.

То, почему появляются эти темные линии, увело бы нас слишком далеко, чтобы объяснять здесь; достаточно сказать, что было обнаружено, что каждый химический элемент дает различный спектр; то есть количество и расположение этих темных линий укажут на присутствие рассматриваемого элемента. Всякий раз, когда в спектре появляются определенные линии, мы можем быть уверены, что присутствует такой-то элемент. Таким образом, Кирхгоф впервые доказал, что две из этих темных линий были вызваны поглощением белого света солнечной фотосферы солнцем при прохождении через слой светящихся паров натрия. Таким образом, было показано, что натрий присутствует на солнце. Аналогичным образом были идентифицированы и другие элементы, причем не только на солнце, но и в миллионах звезд на небе. Таким образом, с помощью спектрального анализа стало возможным обнаружить и идентифицировать различные химические элементы, присутствующие в любом данном солнце или звезде в космосе.

АСТРОФИЗИКА И ХИМИЯ

Таким образом, было показано, что на солнце существует около сорока земных элементов. Углерод, кислород, железо, кремний, никель и т.д. Существуют на солнце точно так же, как и на нашей земле. С другой стороны, многие элементы, такие как ртуть, азот, сера и бор, не появляются, хотя они в изобилии встречаются на земле. Тем не менее, было показано, что на солнце существуют несколько элементов, которые до того времени здесь не были обнаружены. Примером может служить гелий. (От греческого, *Гелиос*, Солнце). И все же, когда внимание было направлено на этот элемент, он вскоре был обнаружен на нашей земле и сегодня настолько распространен, что газообразный гелий используется для надувания воздушных шаров вместо водорода из-за его негорючести.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Спектральный анализ, таким образом, сообщает нам точное химическое строение различных солнц или звезд в космосе, а также говорит нам, что эти звезды неспособны поддерживать жизнь такой, какой мы ее знаем. Как говорит доктор Э. Уолтер Маундер в своей книге “Обитаемы ли планеты?”:

“Применение спектроскопа в астрономии не ограничивается солнцем, но простирается гораздо дальше. Звезды также дают свои спектры, и мы вынуждены признать, что они также являются солнцами; сильно нагретые шары из светящегося газа, богатые теми же элементами, что и те, которые знакомы нам на Земле и которые, как известно по их спектральным линиям, присутствуют на солнце. Следовательно, звезды сами по себе не могут быть обитаемыми мирами, как и солнце, и одним махом все небесные светила в пределах самого дальнего радиуса действия наших самых мощных телескопов оказываются недоступными для нашего

нынешнего поиска (то есть независимо от того, может ли на них существовать жизнь). Только те части нашей солнечной системы, которые сияют, отражая свет солнца, могут быть достаточно прохладными для обитания, настоящие звезды не могут быть обитаемыми, поскольку, каким бы ни было их качество и порядок, все они являются солнцами и обязательно должны находиться в состоянии слишком сильного нагрева, чтобы быть обителью жизни. Многие из них, возможно, могут быть источником света и тепла для сопутствующих планет, но нет ни единого случая, когда такая планета наблюдалась непосредственно; ни одно темное, несветящееся тело никогда фактически не наблюдалось рядом со звездой. Известно много двойных или кратных звезд, но это все случаи, когда одно солнцеподобное тело вращается вокруг другого такого же порядка. Мы не видим ни одного тела, сияющего отраженным светом за пределами солнечной системы. Планеты у различных звезд могут существовать в бесчисленном количестве, но они невидимы для нас....”

Таким образом, наука химия распространилась на сотни миллионов миль космического пространства и позволила нам определить не только состав этих удаленных тел, но и степень их обитаемости, а также их возможные источники в качестве местообитаний жизни.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ХИМИЯ

Но если все это представляет чисто теоретический интерес, то химия нашей земли и ее продуктов имеет огромное практическое значение. Это может быть *применено*, и день "промышленной химии" настал. Изучая химический состав почв, фермер получил возможность повысить как качество, так и количество своего урожая. За счет применения искусственных удобрений производство было значительно увеличено. Анализ слоев земли пролил большой свет на геологию. Аналитическая химия доказала свою полезность в криминалистике, позволив экспертам обнаруживать яды, пятна крови и т.д. (К сожалению, он также нашел пагубное применение при производстве взрывчатых веществ, отравляющих газов и т.д., используемых на войне.) Стоматология и хирургия стали безболезненными благодаря открытию анестетиков. Оптовое производство осветительного газа сыграло важную роль в освещении миллионов домов. Производство стали, бумаги, чернил, красителей, морилок, лакокрасочных материалов, парфюмерии, хлеба и тысячи одного полезного предмета нашей повседневной жизни стало возможным благодаря прогрессу химических исследований. Искусственные консерванты позволили нам хранить продукты питания в течение длительного периода времени. Благодаря открытию природы железной ржавчины мосты, здания и т.д. Были сохранены в первозданном виде. Можно сказать, что наша пища, наша одежда, сама наша жизнь зависят от современной химии в плане их поддержания и сохранения.

Давайте вкратце перечислим некоторые из этих результатов. Возьмем, к примеру, *стекло*.

Стекло изготавливается из диоксида кремния. Что такое диоксид кремния? Это вещество с замечательной неплавкостью, представляющее собой оксид кремния, который является ближайшим соседом углерода. Стекло производится путем смешивания песка, известняка и карбоната соды или поташа в больших емкостях и плавления их вместе при температуре 3500 ° F. Песок, представляющий собой кремнезем, соединяется с известью карбоната извести с

образованием силиката извести и с содой (или поташем) карбоната соды (или поташа) с образованием силиката или соды (или поташа). Эти два силиката тесно сплавляются и образуют стекло, которое остается жидким в банке. Затем его выдувают в различные формы или раскатывают в тонкие листы для изготовления оконного стекла. Мы знаем, какое влияние оказали окна на комфорт современной жизни!

При смешивании нескольких металлов получаются *сплавы*, которые очень часто обладают свойствами, совершенно отличными от свойств веществ, из которых они состоят. Таким образом: бронза - это смесь меди и олова; припой для водопроводчиков - это сплав свинца и олова; латунь - это сплав меди и цинка; феррокремний - это соединение кремния и железа и т.д. Многие из этих сплавов находят большое применение в различных искусствах и науках, а также в производстве.

Золочение, серебрение и гальванопокрытие стали возможными благодаря современной химии. Производятся глинозем и фарфор. Глинозем - это оксид алюминия. Одна из разновидностей глины, известная как “каолин”, используется в производстве фарфора. Фарфор и фаянс изготавливаются с помощью очень похожих процессов. Производство алкоголя, вина и пива зависело от научной химии. Лед можно производить искусственно с помощью замораживающих смесей. Производство газообразного кислорода сделало возможными полеты авиаторов на больших высотах. Камфару теперь можно производить, вместо того чтобы зависеть от природных ресурсов этого ценного вещества. Древесная масса, крахмал и сахар во многом обязаны современной химии. Искусственный шелк производится в больших масштабах. Мыло и жиры также производились в огромных количествах. Парфюмерия, которую использует миледи, была разработана химиками. Красители в настоящее время представляют собой огромную индустрию. Что касается наших лекарств, то при посещении ближайшей аптеки мы полагаемся на аптекаря. Это всего лишь несколько примеров, которые можно было бы растягивать почти до бесконечности, иллюстрирующих степень нашей зависимости от современной химии в нашей повседневной жизни.

И химия способна объяснить многие вещи, которые были бы непонятны без ее помощи. Давайте возьмем простой пример в качестве иллюстрации. Вы, наверное, заметили, что замороженный картофель имеет характерный приторный вкус. Причина этого такова: картофель содержит в своих тканях большое количество крахмала, а также диастазу, способную преобразовывать этот крахмал в момент его прорастания. Эти два вещества разделены тканевой мембраной. Но если наступает заморозок, лед разрывает эту оболочку, и крахмал вступает в контакт с этой диастазой и, следовательно, превращается в сахар, точно так же, как это происходит, когда начинается прорастание картофеля.

ИНСТРУМЕНТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эти приложения химии стали возможными благодаря усовершенствованным методам исследований, большому знанию природы самой материи и совершенствованию точных научных инструментов. Эти инструменты настолько тоньше и деликатнее наших органов чувств, что они были средством раскрытия действительного строения материи. Человек может годами сидеть и “размышлять” о природе материи, но он не приблизится к действительному *удоказательству* ее строения, чем был вначале. Общеизвестно, что

Аристотель обладал одним из лучших умов, которые когда-либо знал мир; и все же любой школьник сегодня знает о конечном строении материи больше, чем Аристотель. Причина этого в том, что инструментальные методы исследования позволили нам увидеть и измерить конечные свойства материи, чего наши органы чувств никогда бы не позволили нам сделать без посторонней помощи. Таким образом, развитие науки в других областях сделало возможным быстрый рост химии в течение последнего столетия; а химия, в свою очередь, оказала помощь другим наукам. Так все знания работают рука об руку, когда становится возможным сотрудничество!

СОЛЕННОСТЬ ОКЕАНОВ

Некоторое время назад я ссылался на расчеты, которые были сделаны относительно возраста земли на основе исследований солёности океана. Как мы знаем, вода всех океанов солёная; только вода рек и озёр "пресная". Но степень солёности океана не совсем постоянна. Она меняется, поскольку постоянно происходит испарение; откладываются отложения; и, прежде всего, огромное количество воды изливается в океан сотнями впадающих в него рек, несущих всевозможные землистые отложения, которые были смыты при прохождении через русла рек, по которым они текут.

В 1715 году знаменитый астроном Эдмунд Галлей опубликовал статью под названием "Краткий отчет о солёности океана.... С Предложением с Их Помощью установить возраст Мира". Однако определенного прогресса достигнуто не было до 1899 года, когда Джоли указал, что из многих элементов, входящих в состав солёной воды, только натрий имеет тенденцию накапливаться. Все остальные рано или поздно отвергаются, связываясь с обломочными отложениями или образуя химические или органические отложения в результате их окончательного выпадения в осадок. Соответственно, он использовал натрий в качестве показателя возраста океанов. Он предположил, что ежегодный прирост натрия был более или менее постоянным и каждый год увеличивался за счет количества, вымываемого в океан реками. Сколько времени потребуется, чтобы достичь нынешней степени солёности? Принимая все океаны за один, объем океана составляет приблизительно 320 000 000 кубических миль. Его плотность (по данным Мюррея) составляет 1,026. На основе этих цифр Джоли, а вслед за ним Соллас и другие подсчитали, что для достижения нынешней степени солёности потребуется от 80 до 150 миллионов лет. Девяносто или сто миллионов лет было бы справедливой оценкой. Таким образом, косвенно изучение солёности океанов пролило свет на возраст нашей земли и ее химический состав на протяжении геологических эпох.

НОВЕЙШАЯ ХИМИЯ

Таким образом, будет видно, что химия не только доказала свою исключительную практическую ценность для человечества, но и сыграла важную роль в решении некоторых величайших загадок, стоящих перед человеческим разумом, и в разрешении некоторых философских и даже теологических вопросов. (Возраст Земли, состав и обитаемость далеких звезд и т.д.)

Предпринимались попытки объяснить саму жизнь чисто физико-химическими методами. И все это было предпринято — и отчасти даже стало возможным — до того, как было известно окончательное строение материи! Нынешнее поколение пролило совершенно новый свет на эту центральную проблему, и идеи, выработанные веками, были отброшены. Давайте проследим последние шаги исследований в этом направлении и посмотрим, как последние открытия современной науки пролили свет на старую как мир проблему окончательного строения материи.

РАДИОАКТИВНОСТЬ

В самом начале этой небольшой книги мы видели, что с незапамятных времен нечто, соответствующее атомам, рассматривалось как конечные “строительные камни” Вселенной — крошечные частицы, неспособные к отклонению, за пределы которых невозможно было выйти. Начиная с Эпикура и Демокрита, эта идея приобрела научную форму; ее придерживались многие философы на протяжении веков; она легла в основу атомной теории Дальтона и была принята Периодическим законом. Только в последние годы прошлого столетия эта идея была поставлена под сомнение. Открытие *радия* семейством Кюри произвело сенсацию в научном мире. Как объяснить наблюдаемые явления? Радий, казалось, непрерывно выделял энергию, не теряя ее; тепло излучалось постоянно, не уменьшая первоначального количества. Был ли открыт секрет вечного двигателя? Что происходило? Открытие других радиоактивных элементов только усугубило проблему, вместо того чтобы решить ее. Перед глазами химиков возникло какое-то новое свойство материи, о котором они до сих пор не подозревали, и которое они не могли понять или объяснить.

ВНУТРИАТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ

Профессор Э. Резерфорд из Университета Макгилла, Канада, был одним из первых, кто предложил новую и поразительную теорию. Он сказал: " Предположим, что атомы *не* неделимы?" Предположим, что они способны быть разделены на нечто еще меньшее и более тонкое? Если бы распадались сами атомы, вероятно, было бы доступно огромное количество энергии — “внутриатомной энергии”, — которая объясняла бы полученные результаты. Это правда, что у нас больше не было бы наших стабильных атомов; они исчезли бы и были представлены чем-то другим. И это “что-то” больше не было бы материей в том смысле, в каком мы ее сейчас понимаем; но мы могли бы объяснить наблюдаемые факты (радиоактивность и т.д.), И тогда мы могли бы попытаться обнаружить, во что распадаются атомы позже. Вскоре было доказано, что эта теория верна; было показано, что атомы делимы и способны расщепляться на нечто еще меньшее, что больше не было “материей” в старом смысле этого слова. Короче говоря, материя технически исчезла и распалась на составные части. Поскольку это так, сразу же возник вопрос: из чего состоит материя (атом)?

ТЕОРИЯ МАТЕРИИ

Не вдаваясь в подробности и не пытаясь проследить историю различных открытий, которые привели к этому, теперь можно определенно заявить, что материя состоит из *электричества*. За доказательство этого научный мир должен поблагодарить сэра Дж. Дж. Томсона, который первым популяризировал эту точку зрения в своей книге “Электричество и материя”. Его тесно поддерживали сэр Оливер Лодж, сэр Уильям Крукс и многие другие выдающиеся ученые. С этой точки зрения материя полностью исчезает как таковая; она становится сверхчувственной; она превращается в энергию. Электричество и эфир каким-то образом ответственны за материю, но *каким именно образом* в то время не было понято.

Потребовалось много лет терпеливых исследований, чтобы прийти к определенным выводам; фактически, можно сказать, что определенные выводы даже еще не были достигнуты, хотя относительно структуры атомов существует более или менее единодушное мнение. Новая теория материи состоит в том, что каждый атом состоит из отрицательных “электронов” и положительных “протонов” — первые вращаются вокруг вторых по орбитам, аналогичным орбитам нашей солнечной системы. Положительно заряженные протоны остаются в центре атома; отрицательно заряженные электроны вращаются вокруг них точно так же, как наши планеты вращаются вокруг солнца. Количество этих протонов и электронов варьируется в зависимости от природы элемента. Водород, представляющий единицу, имеет всего один электрон, вращающийся вокруг единственного протона; следующим идет гелий с двумя; и так далее, по шкале, пока мы не достигнем урана, у которого их девяносто два. Положительный и отрицательный заряды уравнивают друг друга во всех стабильных атомах; а когда это не так, атом имеет тенденцию распадаться на части; вылетают электроны, которые присоединяются к какому-либо другому атому, и возникает радиоактивность. Природа самого элемента соответственно изменяется, и может быть даже настолько фундаментально изменена этим процессом, что он превращается во что-то другое; то есть произошло превращение одного элемента в другой, о чем мечтали алхимики! Поэтому мы часто слышим о “новой алхимии”. Такова, в общих чертах, современная концепция атома и строения материи в целом.

ВНУТРИ АТОМА

Давайте теперь попытаемся проанализировать атом более внимательно в свете этих новейших исследований. Мы видели, что электроны вращаются вокруг центральных протонов. Эти протоны, вероятно, состоят из электронов и ядер водорода. Полное центральное “солнце” — если использовать астрономическую аналогию — известно как ядро. Относительные размеры этих тел можно оценить, если указать, что они были сравнены с размерами планет относительно расстояний, отделяющих их от солнца. Следовательно, внутри атома существуют огромные пространства, в которых вращаются электроны. Однако сами атомы невообразимо малы! Следующая цитата из книги Бертрана Рассела “А.Б.К. атомов”, возможно, прояснит это. Он говорит:

“Это поможет нам представить себе мир атомов, если мы для начала будем иметь некоторое представление о размерах этих единиц. Давайте начнем с грамма водорода ($1/453$ фунта), что не очень большое количество. Сколько атомов он будет содержать? Если бы атомы были составлены в пучки по миллион-миллион, а затем в миллион-миллион таких пучков, у нас было

бы около полутора граммов водорода. Иными словами, вес одного атома водорода составляет примерно одну миллионную от полутора миллионных долей грамма. Другие атомы весят больше, чем атом водорода, но не намного; атом кислорода весит в шестнадцать раз больше, атом свинца - более чем в 200 раз больше. *Напротив*, электрон весит намного меньше атома водорода; требуется около 1850 электронов, чтобы весить столько же, сколько один атом водорода ”.

ЭЛЕКТРОНЫ

Внутренние кольца электронов испускают рентгеновские лучи, когда их возмущают, и главным образом с помощью рентгеновских лучей изучается их строение. Само ядро является источником радиоактивности.... Наиболее сложным известным атомом является атом урана, у которого в нормальном состоянии 92 электрона вращаются вокруг ядра, в то время как само ядро, вероятно, состоит из 238 ядер водорода и 146 электронов....

При нормальных условиях, когда атом водорода неэлектрифицирован, электрон просто продолжает вращаться вокруг ядра, точно так же, как земля продолжает вращаться вокруг солнца. Электрон может двигаться по любой из определенного набора орбит, какой-то большей, какой-то меньшей, какой-то круговой, какой-то эллиптической. Но когда атом невозмущен, он предпочитает наименьшую из круговых орбит, на которой расстояние между ядром и электроном составляет около половины стомиллионной доли сантиметра. Он вращается по этой крошечной орбите с очень большой скоростью; на самом деле его скорость составляет около ста тридцать четвертой скорости света, которая составляет 186 000 миль в секунду. Таким образом, электрону удастся преодолеть около 1400 миль в секунду. Чтобы сделать это, он должен совершить оборот по своей крошечной орбите около семи тысяч миллионов раз за миллионную долю секунды; то есть за миллионную долю секунды он должен прожить около семи тысяч миллионов своих “лет”!

Такие цифры, такие факты поражают воображение. Человеческий разум не может по-настоящему постичь их. И все же мы знаем, что они не фантастичны; расчеты и косвенные измерения были сделаны с предельной точностью. И, в конце концов, бесконечно малое не более ошеломляет, чем бесконечно великое. Ибо в астрономии мы знаем, что звезды, удаленные от нас в космосе на миллиарды миль, были замечены, измерены, сфотографированы и проанализированы. Десятки тысяч “световых лет” отделяют нас от них (то есть пространство, которое мог бы преодолеть свет со скоростью 186 000 миль в секунду). И все же структура атома очень напоминает планетарную систему! Вся ли Вселенная, большая и малая, построена по одному и тому же плану, согласно одной и той же модели? Казалось бы, так!

Из вышесказанного видно, что современная наука химия перекрывает другие науки во многих направлениях — физику, биологию, астрономию и т.д. В настоящее время эти науки в определенной степени переплетены. Трудно сказать, где заканчивается одна и начинается другая. И снова мы видим важность сотрудничества в этих различных областях исследований!

ПРИРОДА МАТЕРИИ

Эти новейшие исследования в области химии, наконец, позволили нам осознать конечное строение материи; мы увидели, что она состоит из атомов, но сами эти атомы являются сложными объектами; они, в свою очередь, состоят из электронов, и в конечном итоге можно сказать, что материи не существует! Это было преобразовано в электричество. Но эта концепция материи также позволила нам объяснить многие вещи, которые до этого были необъяснимы — химическое соединение, радиоактивность и многое другое. Старая как мир проблема природы материи, наконец, решена. Теперь на физике лежит задача объяснить конечную природу электричества!

Таким образом, материя в некотором смысле может диссоциировать, дезинтегрировать, дематериализовываться. Она также может интегрироваться, материализовываться, возникать. Материю можно заставить исчезать и появляться вновь. Старый закон о “неразрушимости материи” недействителен в общепринятом понимании. Материю можно преобразовать в энергию. И эта энергия излучается в пространство или преобразуется в другие виды энергии и, наконец, в тепло, которое, в свою очередь, излучается в окружающую среду. Вся вселенная, кажется, напоминает часы, которые были заведены и медленно идут вниз. Даже закон “сохранения энергии” был поставлен под сомнение (см. Лебон, “Эволюция материи” и “Эволюция сил”). Вся ли Вселенная каким-то таинственным образом также находится в состоянии покоя? Или она движется огромными циклами, чередующимися действиями и бездействием, как всегда утверждали индуистские философы? Это важнейшие вопросы, которые может решить только наука будущего!

ЧАСТЬ II

Теперь мы сделали краткий обзор истории химии и проследили эволюцию мысли, которая сделала возможными новые концепции строения материи. Теперь мы должны сказать несколько слов о природе самих различных элементов и дать краткий отчет о некоторых современных исследованиях. Несколько практических советов относительно экспериментов также могут заинтересовать читателя.

Мы видели, что при соединении двух химических элементов образуется некое третье вещество, совершенно отличное по свойствам от первоначальных двух. Таким образом, вода кажется нам совершенно отличной от двух невидимых газов, из которых она состоит, — кислорода и водорода. Однако простой эксперимент докажет, что это так. Мы можем разлагать воду с помощью электрического тока, когда выделяются исходные газы, в пропорции два к одному — водород собирается на отрицательном полюсе, а кислород - на положительном. Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет разложена вся вода и не останутся только газы водород и кислород. Этот процесс электрического разложения известен как *электролиз*.

СТИХИИ

Водород - самый легкий из всех газов и, как мы видели, простейший из элементов по своему составу. Как и все газы, он может быть сжижен и даже заморожен в твердый комок, подобный льду. С другой стороны, даже самые плотные вещества могут быть сжижены и даже превращены в газ или пар при достаточно высокой температуре. (Газы становятся жидкими или твердыми при очень низкой температуре.) Жидкий воздух, например, настолько холодный, что, когда банку с ним ставят на кусок льда, жидкий воздух кипит и выделяет “пар”!

Газообразный кислород составляет примерно пятую часть нашего атмосферного воздуха (остальные четыре части составляют азот) и является наиболее важным элементом для поддержания жизни. Без него жизнь сразу же вымерла бы. Все формы горения в кислороде происходят очень быстро, и горение, происходящее в организме человека, не является исключением из этого правила. Атмосферный азот действует как своего рода разбавитель, являясь инертным газом. Если поместить мышь под банку с чистым кислородом, она часто будет бегать по кругу, пока не упадет замертво от истощения. В атмосфере чистого кислорода мы бы скоро сгорели и прожили свою жизнь слишком быстро.

Кислород имеет большую тенденцию соединяться с различными другими элементами, особенно с металлами. Таким образом, железная ржавчина возникает из-за соединения кислорода с железом; почернение и потускнение кухонных горшков происходит из-за медленного окисления меди и т.д.

При дыхании мы поглощаем кислород из воздуха, который соединяется с газами в легких, образуя углекислый газ. Достаточно любопытно, что растения процветают за счет этого газа, который так ядовит для людей, и, в свою очередь, выделяют кислород. Отсюда ценность растений и цветов в комнате или в любом густонаселенном районе.

Азот - очень важный элемент, входящий во многие химические соединения. Он составляет основу взрывчатых веществ, используемых на войне. До относительно недавнего времени этот элемент приходилось получать из веществ, добываемых из земли, но в конце войны были разработаны методы получения его из воздуха. Стала возможной “азотфиксация”. Если бы не это открытие, Германии пришлось бы отказаться от войны самое позднее в 1916 году.

Азот соединяется с водородом с образованием аммиака; с кислородом и водой с образованием азотной кислоты; с азотной кислотой и поташем с образованием пороха и т.д.

Определенные оксиды соединяются с водой, образуя так называемые *основания*. Основания могут соединяться с кислотами, образуя *соли*.

Углерод является важным элементом для всей живой материи; он соединяется с кислородом, образуя углекислоту; с водородом образуется большое количество соединений, таких как бензол, скипидар и т.д. Болотный газ, осветительный газ, ацетилен и т.д. Являются соединениями углерода.

Хлор является очень важным элементом, соединяясь с натрием, образует обычную соль. Как мы видели, соленость моря обусловлена этим веществом. Благодаря своему большому сродству к

водороду хлор разлагает воду, высвобождая кислород. В результате смесь хлора и воды обладает сильными отбеливающими свойствами.

Хлор также соединяется с водородом с образованием соляной кислоты. С другой стороны, он мало взаимодействует с кислородом, образуя лишь несколько стабильных соединений. Хлороформ, который так долго использовался в хирургической анестезии, представляет собой соединение хлора, углерода и водорода.

Сера, как мы видели, может принимать различные формы (аллотрофная изменчивость). Серная кислота и др. являются ее соединениями. Последнее вещество используется для отбеливания фиалок, но цветки снова становятся фиолетовыми, если их поместить в раствор аммиака.

Натрий - это металл, который горит при попадании в воду. Это другой компонент обычной соли, который входит в большое разнообразие комбинаций. Карбонат соды - один из них.

Многие элементы — железо, никель, золото, платина, серебро и т.д. — слишком хорошо известны, чтобы требовать большего, чем краткое примечание. Интересно, однако, отметить, что между рядом элементов существуют определенные “семейные отношения”. Таким образом, натрий и калий являются “родственниками”; так же как и барий, стронций и кальций. Опять же, кислород и сера имеют ряд общих черт, хотя один является твердым веществом, а другой - газом! Золото стоит несколько особняком от остальных.

В этом месте следует упомянуть две очень интересные группы. Первая - это группа *редких газов*— аргона, неона и др., — большинство из которых были открыты совсем недавно. Они инертны, и отчасти из-за этого, а отчасти из-за их редкости их открытие было так долго отложено.

РАДИОАКТИВНОСТЬ

Второй список - это *радиоактивная* группа элементов, — уран, радий, торий, актиний, и др. Все они в той или иной степени обладают своими характерными свойствами — испусканием альфа-, бета-и гамма-лучей. Определенную таинственную “эманацию” испускают также радиоактивные элементы, но изучение этих лучей и их влияния перенесло бы нас в область “физики” и скорее было бы уместно в книге по физике, чем в настоящей, посвященной химии.

Однако в этой связи следует упомянуть один очень интересный факт, а именно эволюцию вещества, которая наблюдалась в результате спектрального анализа. Мы много слышали об органической эволюции, имея в виду эволюцию жизни на нашей планете. Столь же верно и то, что существует неорганическая эволюция, в которой аналогичным образом можно проследить постепенное развитие химических элементов. Таким образом, было замечено, что в самых горячих звездах (газообразных) содержится наименьшее количество химических элементов; в звездах средней температуры (металлических) обнаружено больше элементов, в то время как в звездах с самой низкой температурой (углеродных звездах) следует выделить наибольшее количество химических элементов. Это, по-видимому, доказывает, что чем выше температура, тем меньше элементов, что, в свою очередь, приводит к выводу, что все элементы, возможно, в конечном счете ЕДИНЫ — как предположил сэр Уильям Крукс много лет назад. По мере того как эти звезды остывают, кажется, что все больше и больше элементов “выкристаллизовывается”,

так сказать, — чем больше образуется из меньшего количества. Новейшие исследования строения материи делают эту идею еще более правдоподобной.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

Именно здесь, возможно, стоит указать на последнее место, которое заняла жизнь в этом процессе неорганической эволюции. Абсолютный ноль в межзвездном пространстве составляет около -273°C . С другой стороны, температура самых горячих звезд превышает $30\,000^{\circ}\text{C}$! (Арго, Альнитам и др.) Температура должна упасть с этой отметки до нескольких градусов выше нуля (точки кипения воды), прежде чем жизнь вообще сможет проявиться. Жизнь в том виде, в каком мы ее знаем, может существовать только между точками кипения и замерзания воды. Эта точка достигается только к самому концу шкалы. Поэтому было сказано, что, говоря космически, жизнь — это всего лишь “вспышка на сковороде между двумя вечностями”, но для нас эта вспышка на сковороде - это все!

Вопрос о происхождении жизни на нашей планете довольно подробно обсуждался в моей небольшой книге “Жизнь: ее происхождение и природа” из настоящей серии. Однако, возможно, будет интересно упомянуть здесь о нескольких экспериментах, которые были проведены по искусственному созданию жизни с помощью неорганических химикатов, поскольку они должным образом отражены в книге, посвященной химии.

Доктор Х. Чарлтон Бастиан из Англии много лет назад провел серию экспериментов подобного характера, в ходе которых он утверждал, что создал живую материю из стерилизованных химикатов. Он поместил их в стеклянную бутылку, которая была стерилизована, нагревал содержимое до тех пор, пока из горлышка колбы не пошел пар, а затем мгновенно закупорил бутылку, предотвратив попадание воздуха. Затем колбы убрали на несколько дней, и по истечении этого времени при осмотре было обнаружено, что они содержат живые организмы.

“СОТВОРЕНИЕ” ЖИЗНИ

Читателю, вероятно, будет интересно узнать точные химические формулы, использованные для получения этих поразительных результатов. Несколько таких формул приведены в книге доктора Бастиана “Эволюция жизни”, образцами которой являются следующие:

- Силикат натрия, две или три капли.
- Фосфат аммония, четыре или шесть гранул.
- Разбавьте фосфорную кислоту четырьмя или шестью каплями.
- Дистиллированная вода, одна жидкая унция.

Другая формула выглядит следующим образом:

- Силикат натрия, три капли.
- Ликер ferri pernitratidis, восемь капель.

- Дистиллированная вода, одна жидкая унция.

Читатель может провести этот эксперимент самостоятельно. Следует, однако, сказать, что, хотя результаты доктора Бастиана были несомненными, они не убедили научный мир в целом, поскольку они утверждали, что, должно быть, вкралась какая-то экспериментальная ошибка, сделавшая эти результаты возможными; и в этой связи важно, что те же эксперименты, повторенные другими людьми, не дали таких же поразительных результатов.

Таким образом, химия проникает практически во все области исследований — в состав человеческих существ не в меньшей степени, чем в состав металлов, земель или далеких туманностей. Все материальное во Вселенной состоит из элементов, из атомов, и эти атомы состоят, как мы видели, из электронов, которые вообще не являются материей, а сгустками энергии. Ни одна из двух частиц материи в мире на самом деле не соприкасается и не приближается к соприкосновению друг с другом. Интересная мысль, если задуматься о том, что, например, стальная опора, поддерживающая “небоскреб”, на которую опирается огромный вес (вся надстройка), на самом деле не плотная и твердая, как кажется, а на самом деле разреженная и прозрачная, и что ни один из ее атомов никогда не соприкасается друг с другом; они разделены относительно обширными пространствами, заполненными только гипотетическим “эфиром”. Можно сказать, что вся тяжесть здания ни на чем не держится — или, самое большее, на эфире, который таким образом выдерживает его напряжение!

ЭФИР

И что это за эфир? Это материя в какой-то тонкой форме или что-то другое? Мы не знаем; конечно, это не известная нам форма материи, и в последнее время ее реальность даже подвергалась сомнению. Геккель, как мы знаем, утверждал (“Загадка Вселенной”), что эфир должен быть похож на какое-то чрезвычайно разреженное желе и что сфера из него размером с землю, вероятно, весила бы около 250 фунтов! От таких грубых концепций давно отказались. Это гораздо тоньше, чем это. Аналогично ли это тончайшему газу? Некоторые так и думали; и все же сэр Оливер Лодж, один из величайших авторитетов в области эфира, утверждал, что он более плотный и твердый, чем платина или золото, и что материя представляет собой простые “пузырьки” внутри этой плотной среды, способные свободно перемещаться в ней. В подтверждение этой точки зрения он привел (в своем “Эфире пространства”) огромное гравитационное притяжение земли к Луне, например, или солнца к земле. Масса земли составляет примерно 6000 триллионов тонн; масса Луны составляет одну восьмидесятую этой массы. Исходя из этих данных, можно рассчитать гравитационное притяжение Земли к Луне; и по этому поводу сэр Оливер говорит:

“Стальной столб, который мог бы передавать эту силу, при условии, что он мог бы выдерживать натяжение в 40 тонн на квадратный дюйм, имел бы диаметр около 400 миль.... Если бы эта сила передавалась лесом невесомых столбов, каждый квадратным футом в поперечном сечении, с натяжением 30 тонн на квадратный дюйм по всей длине, их должно было бы быть 5 миллионов миллионов”.

Аналогичным образом рассчитав гравитационное притяжение Солнца к земле, было подсчитано, что напряжение в этом случае должны были бы выдерживать “миллион миллионов круглых стержней или столбов, каждый диаметром тридцать футов”.

Таким образом, из этих рисунков легко можно увидеть, что, по-видимому, должно существовать нечто чрезвычайно плотное, чтобы выдерживать такое напряжение, и это должен быть эфир. И все же никакие физические эксперименты не доказали нам существования эфира; мы только предполагаем его присутствие и говорим, что он *должен* существовать, чтобы объяснить определенные явления, наблюдаемые в физике. Я думаю, именно лорд Кельвин заметил, что ни один человек не может верить в эфир, не в то же время не веря, что он обладает противоположными и противоречивыми свойствами! Действительно, казалось бы, так!

ХИМИЯ И МЕТАФИЗИКА

Подобные рассуждения уводят нас далеко в область математики, метафизики и предельных реальностей. Даже самая материальная из всех наук — химия - приводит к этому, когда ее подталкивают к ее окончательному анализу. Видимая, чувственная вселенная исчезает, и ее заменяет невидимая, сверхчувственная. И все же наука всегда была нашим проводником. Уильям Джеймс однажды заметил, что метафизика - это просто “постоянно ясное мышление”. Она стремится найти первопричины вещей, *ноумены*, стоящие за феноменами, реальность, стоящую за внешними проявлениями. Физический мир, в котором мы живем, - это мир всего лишь явлений; реальный в некотором смысле и для всех практических целей, и все же величайший из всех нереальных в другом смысле. Это просто мир видимостей; фантазмагория мимолетных форм и теней. Мы чувствуем, что реальность должна существовать каким-то образом, где-то; но мы никогда не можем ее найти. Мы можем обнаружить это с помощью химического анализа не больше, чем мы можем обнаружить разум и душу человека, препарировав мозг трупов, или даже с помощью вивисекции! Что—то всегда ускользает от нас - Душа Вещей, Высшая Реальность, Великое Неизвестное.

Подобные мысли и рассуждения, однако, не должны занимать ум химика-практика. Для него существуют атомы, элементы и “материя”. Для практической, повседневной жизни мы, безусловно, должны жить *так, как если бы* материя существовала, и химик должен продолжать свою работу, исходя из предположения, что материя действительно существует — она “реальна”. Несомненно то, что практическое продвижение и применение этой науки не может быть достигнуто никаким другим способом. Химия произвела революцию в нашей жизни; она проникла во все области торговли и промышленности, и ее практическое применение сделало возможной и приятной жизнь бесчисленных тысяч людей, живущих сейчас на нашей планете. Мы в большом долгу перед химией, чем когда—либо сможем отплатить - или, скорее, перед теми блестящими и бескорыстными людьми, которые создали современную химическую науку. Я надеюсь, что настоящая небольшая книга в какой-то степени помогла подчеркнуть этот факт.

Примечания переписчика

Пунктуация, переносы и орфография были приведены в соответствие, когда в оригинальной книге было обнаружено преобладающее предпочтение; в остальном они не изменялись.

Были исправлены простые типографские ошибки; несбалансированные кавычки были исправлены, когда изменение было очевидным, и в противном случае оставлены несбалансированными.

В этой книге используются как “реакции”, так и “рефлексии”.

Страница 17: “Cobalt” было напечатано как “Cobolt”; здесь изменено.

Страница 23: “Конституционная” формула в оригинальной книге была напечатана двумя буквами “Б”, расположенными одна над другой, и более мелким шрифтом, чтобы обе могли поместиться на одной строке текста обычного размера.

Страница 49: “аллотрофический” было напечатано именно так; вероятно, должно быть “аллотропический”.